

УДК 622.274:622.831.24

**О РАЗВИТИИ МЕТОДОЛОГИИ КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ  
ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

**А. Ф. Булат<sup>1</sup>, С. П. Минеев<sup>1</sup>, А. М. Брюханов<sup>2</sup>, А. В. Никифоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт геотехнической механики НАН Украины,  
E-mail: sergmineev@gmail.com,*

*ул. Симферопольская, 2а, 49005, г. Днепропетровск, Украина*

<sup>2</sup>*Государственный Макеевский научно-исследовательский институт  
по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ),  
ул. Лихачева, 60, 86108, г. Макеевка, Донецкой обл., Украина*

Выполнен анализ обзорных материалов газодинамических явлений (ГДЯ), происходящих в угольных шахтах при ведении горных работ. Изучены и обобщены разработанные ранее классификации ГДЯ, рассмотрены принципы дальнейшего развития методологии классифицирования ГДЯ. Предложена классификация, которая рекомендована для практического использования на угольных шахтах Донбасса при расследовании аварий, связанных с этими явлениями.

*Газодинамическое явление, горные работы, угольная шахта, классификация, условия возникновения явления, предупредительные признаки, характеристика явления*

В последние годы особую остроту приобрел вопрос о наращивании производственных мощностей угольных шахт, в том числе превосходящих проектные показатели, который стал весьма актуальным в связи с произошедшими серьезными авариями, сопровождавшимися несчастными случаями. Газодинамические явления (ГДЯ) существенно осложняют процесс угледобычи при отработке газонасыщенного угленосного массива. По мере изучения природы этих явлений и разработки новых, более эффективных и безопасных технологий их предотвращения проводится систематизация и классификация произошедших явлений. Созданы различные классификации, которые с разной степенью полноты отражают весь комплекс явлений, происходящих в шахтах.

Вместе с тем при рассмотрении каждого конкретного случая ГДЯ обнаруживаются новые формы их проявлений, которые не могли быть классифицированы по существующим методикам. В настоящей работе предлагается методология по совершенствованию классификации ГДЯ с учетом полученных новых данных.

Широко известна классификация акад. А. А. Скочинского [1], предусматривающая разделение ГДЯ на: внезапные выбросы газа и угольной мелочи; внезапные обрушения (высыпания) угля с попутным газом; раздавливание и отжим угля в забоях, сопровождающиеся газомыделением; внезапные выделения газа, сопровождающиеся разрывом или сдвижением пород кровли или почвы; суффляжные выделения газа.

Г. Д. Лидин [2] предложил классификацию “необычных” выделений газа при отработке пластов, которая систематизировала все явления на произошедшие при: обрушениях угля; высыпаниях угля; отжиме; горных ударах и внезапных выбросах угля и газа.

Широкое распространение получила классификация В. В. Ходота, заключающаяся в следующем делении произошедших в шахтах явлений: собственно внезапные выбросы угля и газа; внезапные высыпания угля с попутным газовыделением (на пластах с неоднородным по падению углем внезапные высыпания могут вызвать внезапные выбросы); внезапные отжимы, удары кровли, стреляния угля или локальные горные удары с попутным газовыделением; внезапные прорывы газа; выбросы, инициируемые взрыванием; переходные формы выбросов.

Существовали подходы к систематизации ГДЯ по локальным и региональным мероприятиям, направленным на их предотвращение. В свою очередь локальные способы подразделялись на выполняемые до зоны максимальных напряжений (низконапорное увлажнение пласта, гидрорыхление, бурение опережающих скважин, гидровывание опережающих полостей и торпедирование угольного массива) и после нее (образование разгрузочных пазов и щелей, гидротжим пласта) [1, 3, 4]. К региональным относили опережающую отработку защитных пластов, управление выбросоопасностью с помощью технологических решений, дегазацию и увлажнение угольных пластов. Однако такой подход к классифицированию не совсем корректен, поскольку в конечном счете применение технического мероприятия определялось выбросоопасностью массива, а не наоборот.

Необходимо особо отметить основополагающие исследования по систематизации ГДЯ, изложенные в работах И. М. Петухова и А. М. Линькова [5, 6]. В них выделяются три типа явлений: выбросы, горные удары и так называемые явления промежуточного типа. Основное внимание уделено энергетическому балансу в углепородном массиве, необходимому для проявлений ГДЯ при ведении горных работ.

Свою классификацию представили О. И. Чернов и Е. С. Розанцев [3]. Необходимо отметить интересную классификацию, предложенную А. Э. Петросяном и Б. М. Ивановым [1], состоящую из следующих позиций:

— газодинамические явления, возникающие при совместном действии горного давления, силы тяжести и десорбирующего газа (внезапные выбросы угля и газа; внезапные высыпания, переходящие во внезапные выбросы угля и газа);

— газодинамические явления, вызванные действием энергии сжатого свободного газа (внезапные выбросы газа и угольной мелочи; внезапные прорывы газа; внезапные суфляры);

— газодинамические явления, возникающие под действием горного давления и силы тяжести (горные удары и отжимы угля с попутным газовыделением; высыпания и обрушения с попутным газовыделением; обрушения основной кровли с интенсивным выделением газа в выработанном пространстве);

— газодинамические явления, возникающие при взрывании горного массива (при сотрясательном взрывании на крутых пластах высыпания угля, перерастающие во внезапные выбросы угля и газа; при сотрясательном взрывании на крутых пластах высыпания и обрушения угля с попутным газовыделением; при взрывании горного массива выбросы породы и калийной соли; при камуфлетном взрывании угольного массива запоздалые внезапные выбросы угля и газа и интенсивное газовыделение при взрывании угольного массива).

Согласно нормативным рекомендациям, изложенным в “Инструкции ...” [7], к газодинамическим явлениям относятся: внезапные выбросы угля и газа (внезапные выдавливания); обрушения (высыпания) угля с попутным газовыделением и внезапные выбросы породы и газа. При

этом все внезапные выбросы угля и газа подразделяются на: выбросы угля и газа, произошедшие впервые на пластах, ранее считавшихся невыбросоопасными; выбросы угля и газа, произошедшие на выбросоопасных пластах, на которых паспортом было предусмотрено применение прогноза или способов предотвращения выбросов; выбросы угля, произошедшие при сотрясательном взрывании; выбросы угля и газа, произошедшие при выемке угля механизмами с дистанционным управлением без прогноза и способов предотвращения выбросов; внезапные выдавливания угля с повышенным газовыделением. В этой классификации в число ГДЯ не включены прорывы газа и горные удары с выделением газа. Эти недостатки были учтены в следующей классификации, в которой к ГДЯ отнесено такое явление, как внезапное разрушение пород почвы с прорывом метана. В работе МакНИИ [8] под внезапным разрушением почвы выработки понималось динамическое явление, заключающееся в быстропотекающих во времени поднятии и разрушении пород (угля) в подошве горной выработки. Если же в зону разрушения пород попадают газоносные угольные пласты, пропластки или углистые сланцы и другие породы, то оно сопровождается обильным газовыделением.

В числе последних разработок по систематизации ГДЯ серьезное внимание уделено классифицированию таких газодинамических явлений, как внезапное обрушение или высыпание угля при ведении горных работ на крутых и крутонаклонных угольных пластах [9, 10]. В предложенной классификации внезапные обрушения (высыпания) угля с попутным газовыделением представляют собой газодинамические явления, в процессе которых разрушение крутого или крутонаклонного газоносного угольного пласта происходит под действием горного давления и гравитационных сил. При этом наиболее характерными признаками внезапного обрушения угля являются отсутствие отброса угля от забоя и его расположение под углом, близким к углу естественного откоса; образование в угольном массиве полости, ось которой обычно ориентирована по восстанию пласта с максимальной шириной у устья полости; газовыделение, величина которого не превышает разности между природной и остаточной газоносностями угля. Предупредительными признаками, предшествующими внезапному обрушению угля, являются высыпание угля на отдельных небольших участках и усиленное давление на крепь выработки.

Достаточно интересной представляется классификация ГДЯ, предложенная В. Е. Забигаило, а затем и уточненная в [11], в которой все ГДЯ разбиты по следующим классам: газовые явления, комбинированные явления и явления горного давления. В дальнейшем ГДЯ [11] классифицированы следующим образом: суфляры геологического типа и эксплуатационные, внезапные выбросы газа и угольной мелочи, внезапные выбросы угля и газа, выбросы угля и газа при взрывном способе проходки выработок (добыче угля), выбросы пород и газа при взрывном способе проходки выработок, высыпание, обрушение, выдавливание, отжим, горные удары. Авторы в своей классификации обозначили предупредительные признаки, признаки по характеру протекания процесса (аэродинамический, сейсмологический и звуковой эффекты, длительность протекания, характер явления) и признаки явления по результатам закончившегося процесса протекания (по параметрам разрушения, газового фактора и полости).

Не менее интересную, с нашей точки зрения, классификацию изложила Т. И. Лазаревич [12], которая основывалась на дальнейшем развитии энергетически силовой классификации ГДЯ И. М. Петухова. Эти классификации учитывали природу энергетических особенностей ГДЯ и их интенсивность по энергетическому показателю.

Предложение ученых ИГД СО РАН [13] об условном разделении явления горного удара по его энергии и площади проявления достаточно интересное и нуждается в серьезном обсуждении в плане возможности применения его к оценке всех ГДЯ. В данной классификации горные удары

подразделяются на 8 типов: очень слабый горный удар с энергией менее  $10^4$  Дж; слабый горный удар  $10^4 - 10^5$  Дж; сильный горный удар  $10^5 - 10^6$  Дж; очень сильный горный удар  $10^6 - 10^7$  Дж; мощный горный удар  $10^7 - 10^8$  Дж; особо мощный горный удар  $10^8 - 10^9$  Дж; тектоническое землетрясение более  $10^9$  Дж и мелкофокусное землетрясение.

Следует отметить своеобразный подход к классифицированию, изложенный в работе ИГД им. А. А. Скочинского [14] и основанный на разбивке всех возможных условий возникновения ГДЯ на некоторые условные зоны, отражающие особенности параметров углепородного массива, действующих сил и их взаимодействий.

Достаточно оригинальный подход к классифицированию ГДЯ, возникающих по дням недельного рабочего цикла, предложен в работе [15], в которой выявлен “феномен определенного рабочего дня недели” по опасности ведения горных работ.

Глубоко проработана классификация, созданная большим коллективом ученых и представленная в работе В. С. Зыкова [16]. В ней даны определения каждому явлению и рассмотрены 11 типов ГДЯ: суфляр, внезапный прорыв газа из зоны геологического нарушения, внезапное разрушение пород почвы (кровли) с выносом метана и угля, внезапный выброс угля и газа, внезапный выброс породы и газа; внезапное выдавливание (отжим) угля с повышенным газовыделением, внезапное обрушение (высыпание) угля с повышенным газовыделением, горный удар, толчок (горный удар внутреннего действия), горнотехнический удар, горный удар с разрушением пород (угля) почвы (кровли) выработки.

Сотрудниками МакНИИ и ИГТМ им. Н. С. Полякова НАН Украины разработана расширенная классификация, в которой рассмотрены и классифицированы 13 типов ГДЯ по следующим признакам: факторам, определяющим развитие явления, характеристикам явления и отличительным признакам, типичным условиям возникновения явления и предупредительным признакам [17–19]. Данная классификация являлась промежуточной и использовалась при расследовании аварий на шахтах Украины, связанных с ГДЯ.

Однако эта классификация не была узаконена в виде нормативного документа. В нормативном документе в виде СОУ (Отраслевой стандарт Украины) [20] использована классификация, включающая в себя такие явления, как: внезапный выброс угля и газа, внезапный выброс породы и газа, внезапное обрушение (высыпание) угля, внезапное выдавливание (отжим) угля, горный удар, внезапные прорывы газа из почвы выработок. При этом обрушения угля, происходящие под действием сил веса вследствие слабого сцепления с боковыми породами и нарушения технологии крепления нависающего массива, не считали газодинамическими явлениями, а относили к технологическим обрушениям. Однако эти явления, с одной стороны, не являются ГДЯ, поскольку реализуются без влияния газа, находящегося в массиве, а с другой — внешне трудноотличимы от внезапного обрушения (высыпания) угля с попутным газовыделением.

Классифицирование ГДЯ должно полнее учитывать все виды явлений, которые случались в шахтах ранее, а также установленные новые, произошедшие при ведении горных работ. Это существенно упростит определение вида явления при расследовании аварий, поскольку неоднозначное установление причины аварии может привести к нечеткой выдаче рекомендаций по дальнейшему безопасному ведению горных работ и разработке новых мероприятий.

Ниже приведен перечень газодинамических явлений, которыми предложено пополнить существующую нормативную классификацию ГДЯ [20]. Эти дополнительные явления рекомендованы ИГТМ НАН Украины и МакНИИ для включения в нормативные документы для обработки выбросоопасных угольных пластов на шахтах Донбасса.

## Перечень газодинамических явлений

Газодинамическое явление	Факторы, определяющие развитие явления	Характеристика явления и отличительные признаки	Типичные условия возникновения явления	Предупредительные признаки
1. Внезапный выброс угля и газа	Глубина ведения горных работ; газоносность пласта; пониженная прочность и структурная нарушенность угля	Быстропротекающее разрушение призабойной части угольного пласта, которое развивается от забоя в глубину массива; отброс угля в выработку на расстояние, превышающее его размещение под углом естественного откоса; повышенное газовыделение в выработку, которое превышает разность между природной и остаточной газоносностью выброшенного угля; образование полости; наличие тонкодисперсной угольной пыли; повреждение крепи и оборудования, воздушный толчок и звуковые эффекты в массиве. Поражающими факторами являются газ и механическое воздействие разрушенной горной массы	Пласты с газоносностью более $8 \text{ м}^3/\text{т}$ с. б. м.; зоны геологических нарушений; зоны ПГД от целиков на соседних пластах; задержка и возобновление деформаций с перераспределением напряжений	Отжим или высыпание угля; удары и треск в массиве; отскакивание кусочков угля и шелушение забоя; вынос штыба, газа и зажатие бурового инструмента при бурении шпуров (скважин); уменьшение прочности угля
2. Внезапный выброс породы и газа	Газоносность пород; глубина ведения горных работ; физико-механические и структурные свойства породы	Быстропротекающее разрушение призабойной части породного массива; отброс в выработку породы, часть которой раздроблена до размеров крупнозернистого песка; размещение разрушенной породы под углом откоса, меньшим естественного; образование полости, оконтуренной чешуеобразными пластинами; повышенное газовыделение в выработку	Проведение буровзрывным способом по газоносным выбросоопасным песчанникам	Деление керна на диски выпукло-вогнутой формы; увеличение коэффициента использования шпуров и степени дробления породы в предыдущих циклах проведения взрывных работ
3. Внезапное выдавливание (отжим) угля	Горное давление и физико-механические свойства угля и вмещающих пород	Быстропротекающее смещение угольного массива в выработку без отброса угля; образование полости, заполненной разрушенным крупнокусковым углем, глубина которой меньше ее ширины; наличие пустот, зияющих трещин и щели между кровлей и пластом; относительное газовыделение меньше разности между природной и остаточной газоносностью выдавленного угля. Поражающим фактором является механическое воздействие отжатого угля	Зоны ПГД от целиков на соседних пластах; зоны влияния геологических нарушений; участки зависания кровли	Как правило, отсутствуют. В отдельных случаях наблюдаются повышенное давление на призабойную крепь, звуковые эффекты в массиве, зажатие бурового инструмента

Продолжение таблицы

4. Горный удар	Напряженное состояние массива горных пород; высокие прочностные и деформационные свойства угля и боковых пород	Мгновенное хрупкое разрушение целлика или краевой части массива угля с отбросом или без выноса угля в выработку; образование или отсутствие полости; при образовании полости ширина больше ее глубины; преобладание в разрушенном угле крупных кусков; наличие щели между пластом и кровлей. Сопровождается резким звуком, сотрясением массива, образованием пыли и ударной воздушной волны; на газоносных пластах — повышенным газовыделением. Поражающими факторами являются механическое воздействие разрушенного угля и ударная воздушная волна	Отработка оставленных целиков угля; ведение горных работ встречными и догоняющими забоями; проведение выработок в зонах влияния очистных забоев, зонах ПГД и зонах влияния геологических нарушений	Толчки в углепородном массиве, отскакивание кусочков угля; повышенный выход буровой мелочи и зажатие бурового инструмента
5. Внезапные прорывы газа из почвы выработок	Коллекторы газа в породах почвы выработки, пониженная прочность угля и пород, залегающих в почве выработки	Быстропротекающее разрушение (разлом) пород почвы выработки, сопровождающееся звуковым эффектом, интенсивным выделением газа, иногда с углем и водой; образование зияющих трещин, ориентированных по нормали или под некоторым углом к напластованию пород и, как правило, вдоль линии очистных забоев и продольной оси подготовительных выработок. Поражающим фактором является выделяющийся газ	Зоны ПГД и геологических нарушений; наличие тектонически нарушенных угольных пластов, прослоек угля и углистого сланца, расположенных в почве выработки на расстоянии до 25 м; большая площадь обнажения пород почвы	Интенсивное динамическое пучение почвы; повышенное давление на крепь; удары в породах почвы
6. Внезапное выдавливание угля с повышенным газовыделением	Напряженное состояние и физико-механические свойства углепородного массива	Быстропротекающее смещение угольного массива в выработку с незначительным отбросом угля; выдавленный уголь располагается под углом, большим угла естественного откоса; образование полости, глубина которой меньше ее ширины; в угольном пласте наблюдаются пустоты, зияющие трещины, во многих случаях имеется щель между кровлей и пластом; относительное газовыделение превышает разницу между естественной и остаточной газоносностью выдавленного угля. Поражающими факторами являются механическое действие выдавленного угля, а также загазирование выработки	Зоны ПГД от горных работ на соседних пластах; зоны геологических нарушений, являющиеся аккумуляторами газа метана; участки зависания пород кровли; участки выхода крепких пород кровли или почвы с непосредственным контактом с пластом	Как правило, отсутствуют. В отдельных случаях повышенное давление на призабойную крепь, повышенное газовыделение, звуковые эффекты (удары) в массиве, ущемление бурового инструмента

## Продолжение таблицы

7. Внезапное вы- давливание угля с последующим его обрушением	Напряженное состояние угле- породного мас- сива; гравита- ционные силы, физико- механические свойства угля	Быстропротекающее разрушение призабойной части угольного пласта без отброса угля по простиранию или с незначительным отбрасыванием (в подготови- тельных выработках); полость ориентирована под углом до 30° относительно линии подъема пласта; разрушенный уголь располагается под углом, близ- ким к углу естественного откоса; относительное га- зовыделение меньше разницы между естественной и остаточной газоносностью обрушившего угля. Поражающим фактором является механическое действие обрушенного угля	Крутые и крутона- клонные пласты или отдельные их пачки III – V типов тектони- ческой нарушенности; зоны ПГД от работ на соседних пластах; зо- ны геологических на- рушений; нарушение технологии выемки угля	Как правило, отсутст- вуют. Иногда наблю- даются звуковые эф- фекты (удары) в масси- ве; появление пачек угля III – V типов на- рушенности
8. Внезапное об- рушение угля с повышенным га- зовыделением	Горное давле- ние; гравита- ционные силы; газ, который содержится в пласте в сорби- рованном со- стоянии; физи- ко- механиче- ские свойства угля	Быстротекущее разрушение нависающего угольного массива, сопровождающееся выделением газа; по- лость ориентирована под углом, близким к линии наклона пласта; разрушенный уголь располагается под углом, близким к углу естественного откоса; относительное газовыделение превышает (иногда существенно) разницу между естественной и оста- точной газоносностью обрушившегося угля. Поражающим фактором является механическое действие обрушившегося угля	Крутые и крутона- клонные пласты или отдельные их пачки III – V типов тектони- ческой нарушенности; зоны геологических нарушений; зоны ПГД от работ на соседних пластах; нарушение технологии выемки угля	Как правило, отсутст- вуют. Иногда происхо- дит отслоение и обыс- пание угля из нависше- го массива
9. Внезапное вы- давливание угля, перешедшее во внезапный вы- брос угля и газа	Напряженное состояние угле- породного мас- сива; газонос- ность пласта; физико- механические свойства угля	Быстротекущее разрушение призабойной части угольного пласта с отбрасыванием угля в выработку на расстояние, которое превышает его размещение, под углом естественного откоса; выброшенный уголь имеет разный фракционный состав; относи- тельное газовыделение превышает разницу между естественной и остаточной газоносностью выбро- шенного угля; образование полости, наличие тонко- дисперсной угольной пыли. Поражающими факто- рами являются газ и механическое действие выбро- шенного угля	Зоны геологических нарушений; зоны ПГД от работ на соседних пластах; участки зави- сания пород кровли	В отдельных случаях наблюдаются звуковые эффекты в массиве (удары, треск), повы- шенное давление на призабойную крепь, зажим бурового инст- румента

Продолжение таблицы

<p>10. Внезапное обрушение угля, переросшее во внезапный выброс угля и газа</p>	<p>Горное давление, гравитационные силы; газоносность пласта; пониженная прочность и повышенная структурная нарушенность угля</p>	<p>Быстротекущее разрушение нависшего угольного массива, распространяемое в глубину; отбрасывание угля в выработку на расстояние, которое превышает его размещение, под углом естественного откоса; разрушенный уголь располагается под углом, близким к углу естественного откоса или меньше его; относительное газовыделение превышает разницу между естественной и остаточной газоносностью выброшенного угля; образование полости. Поражающими факторами являются газ и механическое действие выброшенного угля</p>	<p>Крутые и крутонаклонные пласты или отдельные их пачки III - V типов тектонической нарушенности; зоны геологических нарушений; зоны ППД от работ на соседних пластах; нарушение "Паспорта крепления и управления кровлей лав", "Паспорта проведения и крепления подготовительных выработок"</p>	<p>Отмечается осыпание угля из нависшего массива; звуковые эффекты в массиве (треск, удары, стуки)</p>
<p>11. Внезапный прорыв газа из зоны геологического нарушения</p>	<p>Высокая газоносность пластов (подавляющее действие энергии выделившегося газа); повышенная трещиноватость угля и боковых пород</p>	<p>Кратковременное протекание явления; большое количество выделившегося газа при незначительном объеме вынесенного угля; вынос разрушенного угля (иногда с породой) в выработку и расположение его под углом, меньшим угла естественного откоса; образование полости; относительное газовыделение превышает больше чем в 3-5 раз природную газоносность пласта. Сопровождается ударом в массиве с воздушным толчком, нарушением проветривания. Основными поражающими факторами являются выделяемый газ, а также возможное действие выброшенной горной массы</p>	<p>Раскрытие зоны тектонического нарушения, являющееся коллектором газа</p>	<p>Звуковые эффекты в массиве (треск, удары) во время действия на забой механизмами; повышенный выход штыба, повышенное газовыделение в выработку при бурении шпуров (скважин) или при выемке угля.</p>
<p>12. Обрушение пород и/или угля с попутным газовыделением</p>	<p>Горное давление; гравитационные силы; физико-механические свойства (повышенная трещиноватость и сниженная прочность) углепородного массива</p>	<p>Быстротекущее разрушение слоя пород и/или угольного пласта в подготовительной выработке, сопровождающееся частичным или полным заполнением выработки разрушенной породой и/или углем и попутным газовыделением. Поражающими факторами являются механическое действие разрушенной горной массы и выделяемый газ</p>	<p>Зоны геологических нарушений; нарушение технологии проведения и крепления</p>	<p>Изменение структуры пород (появление трещин, заколов); возможны звуковые эффекты в массиве, иногда наблюдается газовыделение</p>

А. Ф. Булат, С. П. Минеев, А. М. Брюханов, А. В. Никифоров



Окончание таблицы

13. Внезапный сдвиг пород кровли с повышенным газовыделением	Напряженное состояние массива горных пород; физико-механические свойства пород кровли; повышенная газоносность вмещающих пород	Быстротекущее явление с динамическим эффектом, сопровождающееся обрушением пород и интенсивным выделением метана; отсутствует отброс угля в выработку и характерная полость ГДЯ. Возможно повреждение крепи и оборудования. Поражающими факторами являются выделяемый газ и механическое действие разрушенных пород, оборудования	Зоны опорного давления; зоны ПГД от работ на соседних пластах; зоны геологических нарушений, являющиеся коллекторами газа; участки изменения литологии пород кровли	Звуковые эффекты в массиве; повышенное давление на крепь
14. Внезапное обрушение пород кровли*	Физико-механические свойства пород кровли	Быстротекущее динамическое разрушение пород кровли с последующим ее обрушением; не сопровождается повышенным газовыделением; происходит разрушение (повреждение) крепи и механизмов, а также возможное разрушение линии забоя. Поражающим фактором является механическое действие обрушенной породы	Добывающие участки. Зоны геологических нарушений. Нарушение "Паспорта крепления и управления кровлей очистного забоя" и "Паспорта проведения и крепления подготовительных выработок"	Повышенное давление на призабойную крепь.
15. Внезапное обрушение (высыпание) угля*	Горное давление; гравитационные силы; физико-механические свойства угля	Быстропротекающее разрушение нависающего угольного массива; полость ориентирована по восстанию пласта; разрушенный уголь располагается под углом, близким к углу естественного откоса; относительное газовыделение меньше разности между природной и остаточной газоносностью обрушившегося угля. Поражающим фактором является механическое воздействие обрушающегося угля	Крутые и крутонаклонные пласты или отдельные их пачки III – V типов тектонической нарушенности; зоны геологических нарушений; зоны ПГД от целиков на соседних пластах	Как правило, отсутствуют. Иногда наблюдаются отслаивание и осыпание угля

\* Обрушения угля и пород, происходящие под действием сил веса вследствие слабого сцепления с боковыми породами и нарушения технологии крепления нависающего массива, которые в полной мере не являются газодинамическими явлениями и относятся к технологическим обрушениям, однако в данной классификации они рассмотрены.

## ВЫВОДЫ

Представленная методология классифицирования, основанная на учете роли и степени участия различных факторов в подготовке и развитии ГДЯ, позволит более четко определить вид произошедшего явления при расследовании аварий, а впоследствии более обоснованно рекомендовать способы прогноза и предотвращения ГДЯ при дальнейшей отработке пластов с учетом мероприятий по обеспечению безопасности.

Классификация может быть полезна при создании единой геоинформационной системы, включающей базы данных о газодинамических явлениях и позволяющей обеспечить анализ и обобщение информации, с целью выявления закономерностей проявления ГДЯ, проверки различных гипотез и обобщения опыта ведения горных работ на пластах, опасных по газодинамическим явлениям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петросян А. Э., Иванов Б. М. Причины возникновения внезапных выбросов угля и газа / Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа. — М.: Недра, 1978.
2. Лидин Г. Д. Опыт классификации необычных выделений газа из разрабатываемого угольного пласта / Труды ИГД. — М.: Изд-во АН СССР, 1955-1956. — Т. I—III.
3. Чернов О. И., Розанцев Е. С. Подготовка шахтных полей с газовойбросоопасными пластами. — М.: Недра, 1975.
4. Черняев В. И., Зборщик М. П., Грищенко Н. Н. Планировка горных работ при отработке свит выбросоопасных пород. — Донецк: ДонГТУ, 1998.
5. Петухов И. М. Вопросы теории выбросов угля (породы) и газа. — Л.: ВНИМИ, 1975.
6. Петухов И. М., Линьков А. М. Механика горных ударов и выбросов. — М.: Недра, 1983.
7. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. — М.: Минуглепром СССР, 1989.
8. Морев А. М., Скляр Л. А., Большинский И. М. и др. Внезапные разрушения почвы и прорывы метана в выработки угольных шахт. — М.: Недра, 1992.
9. Временная инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным обрушениям (высыпаниям) угля (Донецкий бассейн). — Макеевка: МакНИИ, 1991.
10. Минеев С. П., Рубинский А. А., Витушко О. В., Радченко А. Г. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах. — Донецк: Східний видавничий дім, 2001.
11. Булат А. Ф., Лукинов В. В., Пимоненко Л. И. и др. Геологические основы и методы прогноза выбросоопасности угля, пород и газа. — Днепрпетровск: Монолит, 2012.
12. Лазаревич Т. И. Геодинамические явления в Кузбассе и их классификация по величине выделяемой энергии / Современные проблемы безопасной разработки угольных месторождений: координац. совещ.: сб. докл. — СПб.: ВНИМИ, 2006.
13. Шемякин Е. И., Курленья М. В., Кулаков Г. И. К вопросу о классификации горных ударов // ФТПРПИ. — 1986. — № 5.
14. Киселев В. Г. Еще раз о газодинамических явлениях, их классификации и мерах борьбы с ними // Уголь. — 2000. — № 9.
15. Опарин В. Н., Лудзиш В. С., Кулаков Г. И., Рудаков В. А. Особенности распределения газодинамических проявлений по дням недельного цикла на шахтах Кузбасса // ФТПРПИ. — 2005. — № 2.

16. **Зыков В. С.** Состояние и задачи по решению проблемы борьбы с газодинамическими явлениями на шахтах Кузбасса / Современные проблемы безопасной разработки угольных месторождений: координац. совещ.: сб. докл. — СПб.: ВНИМИ, 2006.
17. **Методические указания** по классификации газодинамических явлений на угольных шахтах. — М.: ЦБНТИ МУП СССР, 1991.
18. **Минеев С. П., Рубинский А. А., Прусова А. А.** О газодинамических явлениях в шахтах // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки НАН України. — Дніпропетровськ, 2002. — Вып. 41.
19. **Минеев С. П., Брюханов А. М., Рубинский А. А., Ильяшов М. А., Маркин В. А.** О методологии классификации газодинамических явлений // Науковий вісник НГА України. — Днепропетровск, 2003. — Вып. 10.
20. **Правила** ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям: СОУ 10.1.00174088.011–2005. — Киев: Минуглепром Украины, 2005.

*Поступила в редакцию 1/X 2013*